



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 37 910.2

**Anmeldetag:** 02. August 2001

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
80333 München/DE

**Bezeichnung:** Antriebseinheit und Verfahren zur Steuerung  
oder Regelung insbesondere von Werkzeug-  
maschinen

**IPC:** G 05 B 19/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag



Seifert

## Beschreibung

Antriebseinheit und Verfahren zur Steuerung oder Regelung insbesondere von Werkzeugmaschinen

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Antriebseinheit zur Steuerung oder Regelung, insbesondere von Werkzeugmaschinen, Robotern oder dgl. sowie auf ein Verfahren zur Kopplung von Komponenten einer solchen Antriebseinheit.

10

Der Übergang von unregelter Antriebstechnik mit Motoren direkt am Stromversorgungsnetz zur geregelten Antriebstechnik mit von Umrichtern gespeisten Motoren bringt viele Vorteile für den Prozess, der diese Antriebstechnik nutzt. Daher hält der Trend, unregelte Antriebe durch geregelte Antriebe zu ersetzen, seit vielen Jahren an und ermöglicht es im Maschinenbau neue Konzepte zu realisieren, die zu einer Verbesserung der Prozesse und damit der Produktqualität aber auch der Produktivität der geregelten Maschine führen. Durch die Vielfalt der Anwendungen werden vom Maschinenbau unterschiedlichste Antriebslösungen benötigt. Diese werden derzeit durch spezialisierte Produkte oder durch Baukastensysteme mit diversen unterschiedlichen Schnittstellen zwischen den Bausteinen realisiert. Die zentralen Bestandteile eines heutigen Antriebs sind in einer Antriebseinheit so miteinander verbunden, dass es nicht möglich ist, sie an unterschiedliche Anforderungen anzupassen. Darüber hinaus können Innovationen am Bauelementemarkt nicht ohne weiteres in eine Antriebseinheit implementiert werden ohne größere Eingriffe in den unterschiedlichsten Funktionen und vor allem in den unterschiedlichen Schnittstellen zwischen den Bausteinen vorzunehmen.

25  
30

35

Auch dann, wenn sich die Anforderungen an eine der Kernfunktionen der Antriebstechnik, d.h. an die Leistung, Regelqualität oder die Bauform bedingt durch Innovationen im Prozess des Anwenders ändern, ist der Antrieb nicht mehr optimal aus-

gelegt und bringt Nachteile hinsichtlich seiner technischen Eigenschaften und/oder der Kosten mit sich.

Heutige Antriebe realisieren eine Vielzahl von Funktionen wie  
5 "Antriebsgrößen stellen", (z.B. Spannung und Frequenz stellen  
oder binäre Ausgänge setzen), "Antriebsenergie wandeln" (z.B.  
Strom in Drehmoment umwandeln), "Antriebsgrößen messen" (z.B.  
Strom messen, Position messen, Beschleunigung messen, Span-  
nung messen), "Antriebsgrößen regeln" (z.B. Drehzahl regeln,  
10 Strom regeln, Druck regeln) und "Antriebsgrößen überwachen"  
(z.B. Motortemperatur, Erdströme, Positionen). Eine weitere  
Funktion realisiert schließlich die Kommunikation zur überla-  
gerten Steuerung und zur Bedieneinheit. Zu dieser Funktion  
gehören z.B. die Übernahme von Geschwindigkeitssollwerten,  
15 das Melden von Drehzahlen und Alarmen und das Einstellen der  
Regler. Die genannten Funktionen werden nach dem Stand der  
Technik auf unterschiedliche Weise und über unterschiedliche  
Schnittstellen in einer Antriebseinheit realisiert, die dem-  
zufolge mit den genannten Nachteilen behaftet ist.

20

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Antriebseinheit zu  
schaffen, die sich leicht an unterschiedliche Anforderungen  
anpassen lässt.

25

Diese Aufgabe wird durch eine Antriebseinheit zur Steuerung  
oder Regelung, insbesondere von Werkzeugmaschinen, Robotern  
oder dgl. mit einer Vielzahl von Funktionen gelöst, wobei die  
Antriebseinheit aus Komponenten besteht, wobei jeder Kompo-  
nente komponentenspezifische Funktionen zugeordnet sind und  
30 wobei den Komponenten jeweils ein einheitliches Kommunikati-  
onsmodell als Schnittstelle zugeordnet ist. Damit ist es mög-  
lich, falls sich einzelne Funktionen oder Bauteile von Kompo-  
nenten ändern, diese Änderungen in der jeweiligen Komponente  
zu realisieren, ohne dass Eingriffe in anderen Komponenten  
35 vorgenommen werden müssen.

Nach einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung ist mindestens eine Komponente den übrigen Komponenten hierarchisch übergeordnet, wobei alle untergeordneten Komponenten mit der übergeordneten Komponente über ihre Schnittstelle kommunizieren. Die Hierarchisch übergeordnete Komponente übernimmt hier die Aufgabe einer sogenannten "zentralen Intelligenz", d.h. sie steuert die untergeordneten Komponenten und koordiniert die von diesen Komponenten gelieferten physikalischen Größen zur Steuerung des Prozesses, also beispielsweise einer Werkzeugmaschine oder eines Roboters. Die Schnittstellen können dabei über logische Punkt zu Punktverbindungen, aber auch über ein Bussystem miteinander verbunden sein.

Die Erfindung kann besonders vorteilhaft durch ein Verfahren zur Steuerung oder Regelung, insbesondere von Werkzeugmaschinen, Robotern oder dgl., mit einer Antriebseinheit, der eine Vielzahl von Funktionen zugeordnet ist, realisiert werden. Die Antriebseinheit besteht dabei aus typisierten Komponenten, wobei jedem Komponententyp, komponentenspezifische Funktionen zugeordnet sind, wobei den Komponenten jeweils ein einheitliches Kommunikationsmodul als Schnittstelle zugeordnet ist, wobei jedem Komponententyp ein spezifisches Protokoll zugeordnet ist, wobei mindestens eine Komponente den übrigen Komponenten hierarchisch übergeordnet ist und wobei alle untergeordneten Komponententypen mit der übergeordneten Komponente über ein typspezifisches Protokoll kommunizieren.

Nach einer vorteilhaften Ausbildung des Verfahrens wird das typspezifische Protokoll jeder untergeordneten Komponente der übergeordneten Komponente beim Einschalten der Antriebseinheit mitgeteilt, so dass künftig die übergeordnete Komponente mit dem jeweils untergeordneten Komponententyp nur noch über dieses typspezifische Protokoll kommuniziert.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausbildung der Erfindung sind die Komponententypen durch ihre jeweiligen physikalischen Größen, wie z.B. Strom, Spannung, Leistung und Tempera-

tur beschrieben und werden der übergeordneten Komponente durch ein vom Komponententyp unabhängiges Protokoll mitgeteilt. Durch die Beschreibung mittels der physikalischen Größen ist eine unproblematische Kommunikation möglich, insbesondere müssen bei einem Wechsel der physikalischen Größen bzw. der Beschreibung der physikalischen Größen an der übergeordneten Komponente keine Änderungen vorgenommen werden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher beschrieben.

Die einzige Figur zeigt eine Antriebseinheit bestehend aus vier Komponenten, nämlich der zentralen Antriebs-Steuereinheit DC (Drive Controller), der Leistungs-Komponente PU (Power Unit) sowie der Aktor-Komponente A, wobei der Aktor A in der Regel ein Elektromotor sein wird, es könnte aber beispielsweise auch ein pneumatischer Antrieb sein. Die vierte Komponente ist der Sensor S. Die Komponenten DC, PU, A, S der Antriebseinheit verfügen jeweils über eine eigene Schnittstelle SD, SP, SA, SS die über Schnittstellenleitungen L1 bis L3 miteinander verbunden sind. Die Schnittstellenleitungen L1 bis L3 können serielle oder Bussysteme sein, es können aber auch Lichtwellenleiter verwendet werden.

Die geometrischen Figuren, wie Kreis, Dreieck oder Trapez symbolisieren, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, verschiedene Funktionen, die die jeweilige Antriebskomponente ausführt. Der ausgefüllte Kreis der zentralen Steuereinheit DC symbolisiert z.B. die Funktion "Drehzahl regeln", während der nicht ausgefüllte Kreis die Funktion "Strom regeln" symbolisiert. Das Dreieck in der Leistungskomponente PU symbolisiert beispielsweise die Funktion "Spannung stellen", während das Trapez die Funktion "Strom messen" symbolisiert. Bei der Aktor-Komponente A symbolisiert das ausgefüllte Trapez die Funktion "Drehzahl messen" und das ausgefüllte Dreieck die Funktion "Energie wandeln", d.h. die Umsetzung des Stromes in Drehmo-

ment. Das Trapez bei der Sensor-Komponente S symbolisiert die Funktion "Weg messen".

- Wie erwähnt sind die dargestellten Funktionen der einzelnen Komponenten DC, PU, A, S nicht abschließend aufgezählt. Weitere Funktionen des Aktuators sind z.B. "Motor überwachen" und "-schützen", sowie die Kommunikation mit der zentralen Steuerkomponente DC über die zugeordnete Schnittstelle SA. Die Funktionen des oder der Sensoren S sind das Messen der physikalischen Größen, also z.B. das Messen von Strecken, Winkelgrößen, Temperatur, Druck, etc., aber auch das Überwachen des Sensors S selbst sowie die Kommunikation mit der zentralen Steuerkomponente über die Schnittstelle SS.
- Weitere Funktionen der Leistungseinheit PU sind "sich selbst überwachen und schützen", sowie ebenfalls die Kommunikation mit der zentralen Steuerkomponente DC über die Schnittstelle SP.
- Die Funktionen der zentralen Steuerkomponente DC, die in der Regel über eine zentrale Prozessoreinheit (CPU) verfügt, sind die Momenten- und Drehzahlregelung, die Systemdiagnose und die Kommunikation mit der übergeordneten Automatisierungsebene (hier nicht dargestellt).
- Alle Komponenten sind über gleiche Schnittstellen SS, SA, SP mit der zentralen Steuerkomponente DC verbunden. Dies bedeutet, dass die über die Schnittstellen SP, SA und SS von den untergeordneten Komponenten PU, A und S gelieferten Informationen nicht unterschiedlich kodiert sind, so dass die übergeordnete zentrale Steuerkomponente DC nicht die unterschiedlichen Kodierungen kennen und ggf. umrechnen muss, sondern sie kann von den untergeordneten Komponenten erwarten, dass wenn diese eine Stromgröße liefern, diese auch tatsächlich als physikalischer Stromwert zur Verfügung gestellt wird. Ein Strom von 0,5 Ampere Stärke wird also beispielsweise in Flieskomma-Darstellung als 0,5 Ampere dargestellt und nicht

etwa beispielsweise in einem binären hexadezimalen System zur Verfügung gestellt.

Die Physik der Schnittstellen ermöglicht die Verteilung der  
5 Komponenten über größere Entfernungen. Außer durch logische  
Punkt- zu Punktverbindungen können die Schnittstellen auch in  
Form einer Busstruktur verbunden werden, wobei auch unter-  
schiedliche Komponententypen (z.B. Stellglieder, Sensoren) an  
einem Bussegment betreibbar sind. Die Kommunikation über eine  
10 jeweilige Schnittstelle SP, SA und SS wird durch die Funktion  
der Komponente festgelegt. Jede Komponente verfügt über ein  
eigenes Datenverarbeitungsmodul (eigene Intelligenz) die die  
Kommunikation der auf der Komponente realisierten Funktionen  
mit der übergeordneten zentralen Steuerkomponente DC ermög-  
15 licht.

Insgesamt ist die Zuordnung der Antriebsfunktionen zu den An-  
triebskomponenten in der beschriebenen Antriebseinheit so ge-  
wählt, dass sich jede einzelne Komponente einzeln innovieren  
20 lässt. So können beispielsweise neue Bauteile in den einzel-  
nen Komponenten eingebaut werden oder die Funktionen einzel-  
ner Komponenten lassen sich an neue Anforderungen der Maschi-  
nenbauer anpassen, ohne dass dadurch Eingriffe in den anderen  
Komponenten vorgenommen werden müssten. Dies wird dadurch er-  
reicht, dass die Schnittstellen unverändert bleiben.  
25

Das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten DC, PU, A und S  
wird so realisiert, dass beim Einschalten des Antriebs jede  
Komponente über ihr Datenverarbeitungsmodul den Typ der Kom-  
30 ponente zur zentralen Steuerkomponente DC überträgt. Die  
zentrale Steuerkomponente DC kommuniziert danach mit dieser  
Komponente nur noch über das für diese Komponente festgelegte  
Protokoll. Die Werte der über die Schnittstellen SP, SA und  
SS an die Schnittstelle SD der zentralen Steuerkomponente DC  
35 übermittelten Größen sind von der Ausführungsform, d.h. vom  
Komponententyp abhängig. Sie werden aber der zentralen Steu-  
erkomponente DC durch ein von der Komponentenausführung unab-

hängiges Protokoll mitgeteilt. Über die eindeutige Definition der physikalischen Größen einer Komponente existiert keine Abhängigkeit von etwaigen Softwareständen und Komponentenausführungsformen.



## Patentansprüche

1. Antriebseinheit zur Steuerung oder Regelung, insbesondere von Werkzeugmaschinen, Robotern oder dergleichen, mit einer Vielzahl von Funktionen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Antriebseinheit aus Komponenten (DC, PU, A, S) besteht, wobei jeder Komponente (DC, PU, A, S) komponentenspezifische Funktionen zugeordnet sind und wobei den Komponenten (DC, PU, A, S) jeweils ein einheitliches Kommunikationsmodul als Schnittstelle (SD, SP, SA, SS) zugeordnet ist.
2. Antriebseinheit nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass mindestens eine Komponente (DC) den übrigen Komponenten (PU, A, S) hierarchisch übergeordnet ist, wobei alle untergeordneten Komponenten (PU, A, S) mit der übergeordneten Komponente (DC) über die Schnittstelle (SD, SP, SA, SS) kommunizieren.
3. Antriebseinheit nach einem der vorstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Schnittstellen (SD, SP, SA, SS) über logische Punkt zu Punkt Verbindungen verbunden sind.
4. Antriebseinheit nach einem der vorstehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Schnittstellen (SD, SP, SA, SS) über ein Bussystem verbunden sind.
5. Verfahren zur Steuerung oder Regelung, insbesondere von Werkzeugmaschinen, Robotern oder dergleichen, mit einer Antriebseinheit der eine Vielzahl von Funktionen zugeordnet ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass die Antriebseinheit aus typisierten Komponenten (DC, PU, A, S) besteht, wobei jedem Komponenten-Typ (DC, PU, A, S) komponentenspezifische Funktionen zugeordnet sind, wobei den Komponenten (DC, PU, A, S) jeweils ein einheitliches Kommunikationsmodul als

Schnittstelle (SD,SP,SA,SS) zugeordnet ist, wobei jedem Komponenten-Typ ein spezifisches Protokoll zugeordnet ist, wobei mindestens eine Komponente (DC) den übrigen Komponenten (PU, A,S) hierarchisch übergeordnet ist und wobei alle untergeordneten Komponenten-Typen (PU,A,S) mit der übergeordneten Komponente (DC) über ein typspezifisches Protokoll kommunizieren.

6. Verfahren nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass das typspezifische Protokoll jeder untergeordneten Komponente (PU,A,S) der übergeordneten Komponente (DC) beim Einschalten der Antriebseinheit mitgeteilt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, d a - d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass jeder Komponenten-Typ (PU,A,S) durch seine physikalischen Größen beschrieben ist, die der übergeordneten Komponente (DC) durch ein vom Komponenten-Typ unabhängiges Protokoll mitgeteilt wird.

## Zusammenfassung

Antriebseinheit zur Steuerung oder Regelung insbesondere von Werkzeugmaschinen

5

Eine Antriebseinheit zur Steuerung oder Regelung, insbesondere von Werkzeugmaschinen, Robotern oder dergleichen, die eine Vielzahl von Funktionen ausführt, besteht aus verschiedenen Komponenten (DC, PU, A, S). Jeder Komponente (DC, PU, A, S) sind komponentenspezifische Funktionen zugeordnet. Die Komponenten (DC, PU, A, S) kommunizieren jeweils über ein einheitliches, jeder Komponente (DC, PU, A, S) zugeordnetes Kommunikationsmodul als Schnittstelle (SD, SP, SA, SS) mit mindestens einer hierarchisch übergeordneten Komponente (DC).

10

15

FIG 1

